

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.



DEUTSCHES  
PATENTAMT

② Aktenzeichen: P 40 01 287.5  
② Anmeldetag: 18. 1. 90  
③ Offenlegungstag: 25. 7. 91

DE 40 01 287 A 1

⑦ Anmelder:  
Konermann, Stefan, 4540 Lengerich, DE

⑦ Vertreter:  
ter Meer, N., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Müller, F.,  
Dipl.-Ing., 8000 München; Steinmeister, H.,  
Dipl.-Ing.; Wiebusch, M., 4800 Bielefeld; Urner, P.,  
Dipl.-Phys. Ing.(grad.), Pat.-Anwälte, 8000 München

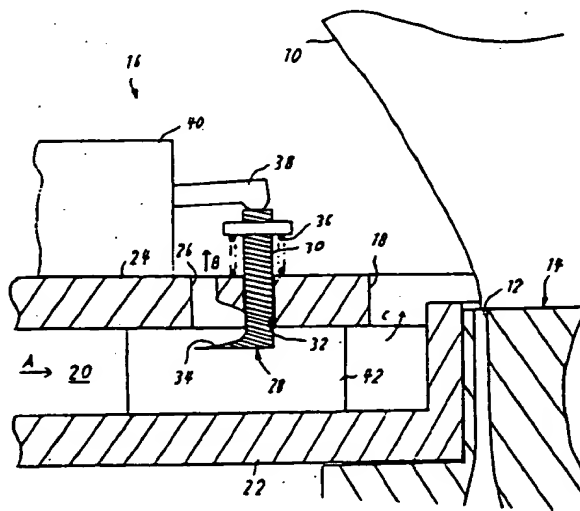
⑦ Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt.

⑤ Verfahren zur Herstellung von Blasfolien in einer Folienblasanlage

⑤ Bei der Blasfolienherstellung wird das Dickenprofil der Folienblase (10) korrigiert, indem die Umfangsverteilung der Kühlluftströmung (C) eines die Folienblase umgebenden Außenkühlrings (16) gesteuert wird. Bei herkömmlichen Vorrichtungen erfolgt die Steuerung des Kühlluftdurchsatzes durch Verändern des Strömungswiderstandes in dem Kühlring. Dabei besteht das Problem, daß eine Veränderung der Einstellung in einem Umfangsbereich auch den Durchsatz in anderen Umfangsbereichen beeinflusst, so daß das Gesamtsystem regelungstechnisch schwer zu beherrschen ist. Dieses Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man stromaufwärts des Austrittsspalkes (18) des Kühlrings mittels einstellbarer Leitschaukeln (28) einen Teil (B) der Kühlluftströmung abzweigt.

Fig. 1



DE 40 01 287 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Blasfolien gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei der Blasfolienherstellung wird eine schlauchförmige Folienblase aus einem Extrusionswerkzeug mit einem ringförmigen Austrittsspalt extrudiert. In einer sich nach oben an das Werkzeug anschließenden Kühlzone wird die Folienblase verstreckt und durch Anblasen mit Kühlluft von innen und/oder außen gekühlt, bis das Folienmaterial erstarrt. Aufgrund der Fließcharakteristik der Kunststoffschmelze, unterschiedlicher Temperaturen in der Schmelze und Toleranzen im Werkzeug ist es nicht möglich, eine auf dem gesamten Umfang der Folienblase einheitliche Dicke der Folie zu erreichen. Es sind verschiedene Möglichkeiten untersucht worden, das Dickenprofil der Folienblase dadurch zu korrigieren, daß man verschiedene Umfangsbereiche der Folienblase unterschiedlich stark kühlt. Eine örtliche Verringerung der Kühlwirkung führt zu einer stärkeren Dehnung und damit zu einer Abnahme der Dicke der Folie in dem betreffenden Umfangsbereich.

Bei bekannten Folienblasanlagen wird die Außenkühlluft über einen die Folienblase umgebenden Kühlring zugeführt. Der Kühlring weist in seinem radial äußeren Bereich eine ringförmige Verteilerkammer auf, in der sich die durch ein Gebläse zugeführte Kühlluft gleichmäßig über den Umfang verteilt. Die Kühlluft strömt dann radial nach innen und tritt durch einen Austrittsspalt am inneren Umfang des Kühlringes aus.

Aus der DE-OS 36 27 129 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der die Umfangsverteilung des Kühlluftdurchsatzes mit Hilfe von in den Kühlring ragenden Störkörpern gesteuert wird. Um den Kühlluftdurchsatz lokal zu verringern, läßt man die Störkörper in dem betreffenden Umfangsbereich weiter in den Kühlring vorspringen, so daß sich dort ein erhöhter Strömungswiderstand ergibt.

Wenn die Kühlluft die Störkörper umströmt, kommt es jedoch hinter den Störkörpern zu einer Verwirbelung der Kühlluft, und es werden unkontrollierbare örtliche Schwankungen der Kühlluftströmung am Austrittsspalt erzeugt, so daß sich eine einheitliche Foliendicke nur schwer erreichen läßt.

Ein weiteres Problem besteht darin, daß die durch die Störkörper bedingte Erhöhung des Strömungswiderstands an einer Stelle des Umfangs zu einem erhöhten Staudruck stromaufwärts der Störkörper führt, so daß sich der Luftdurchsatz in den benachbarten Umfangsbereichen erhöht. Zwischen den Kühlluftdurchsätzen in den verschiedenen Umfangsbereichen besteht somit ein kompliziertes System von Wechselwirkungen, das regelungstechnisch kaum zu beherrschen ist. Aufgrund dieses Problems ist es schwierig, die Störkörper anhand der gemessenen Foliendicken in den verschiedenen Umfangsbereichen so zu steuern, daß das Dickenprofil der Folie in einem geschlossenen Regelkreis geregelt wird.

In der älteren Patentanmeldung P 39 20 194 wird eine Vorrichtung mit einem Hauptkühlring und einem Zusatzkühlring vorgeschlagen, bei der der Zusatzkühlring in radiale Segmente unterteilt ist und für jedes Segment ein gesondertes Gebläse vorgesehen ist, so daß die Kühlluftdurchsätze unabhängig voneinander steuerbar sind. Diese Vorrichtung erfordert jedoch einen relativ hohen konstruktiven Aufwand, und aufgrund eines erhöhten Platzbedarfs für den Kühlring ist der Zugang zum Werkzeug erschwert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit einfachen Mitteln eine einfache und genaue Steuerung der Kühlluftdurchsätze in den verschiedenen Umfangsbereichen des Kühlrings zu ermöglichen und eine gegenseitige Beeinflussung der Durchsätze in den verschiedenen Umfangsbereichen zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 3 oder 12.

Erfindungsgemäß wird an in Umfangsrichtung des Kühlrings verteilten Positionen stromaufwärts des Austrittsspalt ein Teil der Kühlluftströmung abgezweigt, und die Menge der abgezweigten Kühlluft wird mittels einstellbarer Leitschaufeln gesteuert.

Durch das Abzweigen eines Teils der Kühlluft läßt sich der Durchsatz am Austrittsspalt gezielt steuern, und es wird verhindert, daß sich vor der Abzweigungsstelle ein größerer Staudruck aufbaut und die Kühlluft auf benachbarte Umfangsbereiche ausweicht. Durch die Veränderung der Stellung der Leitschaufeln in einem Umfangsbereich wird somit der Durchsatz in den übrigen Umfangsbereichen nicht beeinflusst. Außerdem wird durch das Abzweigen der Kühlluft verhindert, daß sich die Strömungsgeschwindigkeit beim Umströmen der Leitschaufeln erhöht und es zu einer starken Wirbelbildung hinter den Leitschaufeln kommt. Durch die Einstellung der Leitschaufeln wird so eine einfache und genaue Steuerung der Umfangsverteilung des Kühlluftdurchsatzes und somit des Dickenprofils der Folienblase ermöglicht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die obere Wand des Kühlrings mit einem Kranz von Austrittsöffnungen für die abgezweigte Kühlluft umgeben, und jeder einzelnen Austrittsöffnung ist eine Leitschaukel zugeordnet, die von oben in das Innere des Kühlrings ragt und einen Teil der Kühlluft in die Austrittsöffnung ablenkt. Die Position der Leitschaufeln läßt sich in vertikaler Richtung verstellen, so daß sich die Menge der abgezweigten Kühlluft variieren läßt.

Bei dieser Ausführungsform ist es möglich, den Kühlring durch radiale Trennwände in einzelne Segmente zu unterteilen, so daß die Kühlluftströme bis zum Austrittsspalt oder bis zu einer Position kurz vor dem Austrittsspalt voneinander getrennt sind. Auf diese Weise wird verhindert, daß sich die Durchsatzunterschiede zwischen den einzelnen Segmenten hinter den Leitschaufeln wieder ausgleichen, und die Austrittsöffnungen und die Leitschaufeln können relativ weit außen an dem Kühlring angeordnet werden, so daß mehr Raum für die Stellmechanismen zur Verfügung steht.

In einer anderen Ausführungsform werden die Leitschaufeln durch eine in Umfangsrichtung durchgehende Lippe aus flexiblem Material gebildet, deren Anstellwinkel sich in den einzelnen Umfangsbereichen mit Hilfe von Stößeln oder dergleichen einstellen läßt. Durch diese Bauweise wird eine konstruktive Vereinfachung erreicht, und es ist möglich, das Profil der Lippe derart stromlinienförmig zu gestalten, daß eine Verwirbelung der Kühlluft stromabwärts der Lippe vermieden wird. Darüber hinaus werden bei dieser Bauweise diskrete Übergänge in der Umfangsverteilung der Kühlluftströmung vermieden.

Die Verstellung der Leitschaufeln bzw. der Stößel kann manuell mit Hilfe von Stellschrauben oder dergleichen oder mit Hilfe geeigneter Antriebe, beispielsweise

elektromagnetischer, pneumatischer oder piezoelektrischer Stellglieder erfolgen. Im letzteren Fall ist es möglich, den Kühlluftdurchsatz in den einzelnen Umfangsbereichen anhand der an verschiedenen Stellen des Umfangs der Folienblase gemessenen Foliendicke zu regeln. Da die im Rahmen der Regelung vorgenommenen Veränderungen an den Einstellungen der Leitschaukeln sich jeweils nur in dem betreffenden Umfangsbereich auswirken und keine nennenswerten Rückwirkungen auf die übrigen Umfangsbereiche haben, sind die Stellgrößen des Regelsystems, d. h., die Positionen der Leitschaukeln, weitgehend entkoppelt, so daß die Neigung des Regelsystems zu Schwingungen vermieden wird und sich eine stabile Regelung verwirklichen läßt.

Um gegenseitige Beeinflussungen der Kühlluftströme noch weiter zu reduzieren, kann es zweckmäßig sein, die Strömungswiderstände für die über die Austrittsöffnungen abgezweigten Luftströme so zu steuern, daß sie bei jeder Stellung der Leitschaukeln dem Strömungswiderstand des Austrittsspalt des Kühlrings entsprechen. Auf diese Weise läßt sich erreichen, daß die Strömungs- und Druckverhältnisse in der Verteilerkammer am äußeren Umfang des Kühlrings von den Verstellbewegungen der Leitschaukeln praktisch völlig unbeeinflusst bleiben. Die Anpassung des Strömungswiderstandes kann mit Hilfe elektromagnetisch gesteuerter Dosierventile und dergleichen erfolgen. Wahlweise ist es jedoch auch möglich, die Leitschaukel mechanisch mit einem Drosselteil zu koppeln, das die zugehörige Austrittsöffnung je nach Stellung der Leitschaukel mehr oder weniger verengt.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen radialen Teilschnitt durch einen Kühlring einer Folienblasanlage;

Fig. 2 einen Teilschnitt einer an dem Kühlring angebrachten Kühlluft-Ableiteinrichtung gemäß einem abgewandelten Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 und 4 Schnitte durch die Ableiteinrichtung gemäß weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung;

Fig. 5 einen Schnitt durch einen Kühlring mit einer am Austrittsspalt angeordneten Ableiteinrichtung;

Fig. 6 eine Leitschaukel der Ableiteinrichtung gemäß Fig. 5 in der Draufsicht und

Fig. 7 einen Schnitt durch ein anderes Ausführungsbeispiel einer am Austrittsspalt angeordneten Ableiteinrichtung.

Gemäß Fig. 1 wird eine schlauchförmige Folienblase 10 aus einem Ringspalt 12 eines Extrusionswerkzeugs 14 extrudiert. Das Extrusionswerkzeug 14 ist von einem Kühlring 16 umgeben, durch den dem Umfang der Folienblase 10 über einen ringförmigen Austrittsspalt 18 Kühlluft zugeführt wird.

Der Kühlring 16 weist eine Ringkammer 20 auf, die durch eine untere Wand 22 und eine obere Wand 24 begrenzt wird. In dem in Fig. 1 nicht gezeigten äußeren Umfangsbereich des Kühlrings steht die Ringkammer 20 über eine Staustufe mit einer ringförmigen Verteilerkammer in Verbindung, die an ein Gebläse angeschlossen ist. Die mit Hilfe des Gebläses zugeführte Kühlluft wird in der Verteilerkammer verteilt, so daß über die Staustufe eine auf dem gesamten Umfang im wesentlichen einheitliche Kühlluftströmung in die Ringkammer 20 eintritt, wie durch einen Pfeil A in Fig. 1 veranschaulicht wird.

Die obere Wand 24 des Kühlrings 16 ist radial außerhalb des Austrittsspalt 18 mit einem Kranz von einan-

der eng benachbarten Austrittsöffnungen 26 versehen. Jeder Austrittsöffnung 26 ist eine Leitschaukel 28 zugeordnet, die sich mit einem Schaft 30 durch eine Führungsöffnung 32 in der oberen Wand 24 des Kühlrings erstreckt und am unteren Ende eine Leitkontur 34 aufweist, die fließend in das erweiterte untere Ende der Austrittsöffnung 26 übergeht. Der Schaft 30 der Leitschaukel ist durch eine Feder 36 nach oben vorgespannt und wird durch einen Hebel 38 eines Stellmechanismus beaufschlagt, der in einem Gehäuse 40 radial außerhalb der Austrittsöffnung 26 auf dem Kühlring angeordnet ist.

Die Leitschaukel 28 ist so geformt, daß sie in ihrer oberen Endstellung die Austrittsöffnung 26 verschließt, so daß die Kühlluft ungehindert zu dem Austrittsspalt 18 strömen kann. Wenn dagegen die Leitschaukel 28 durch den Hebel 38 abwärts gedrückt wird, so wird durch die Leitkontur 34 der Leitschaukel ein Teil der Kühlluft in die Austrittsöffnung 26 umgelenkt, so daß ein Teilstrom B von dem Haupt-Kühlluftstrom A abgezweigt wird. Somit gelangt nur der verbleibende Teilstrom C der Kühlluft zu dem Austrittsspalt 18, so daß sich am Austrittsspalt ein verringerter Kühlluftdurchsatz ergibt.

Die in Umfangsrichtung angeordneten Austrittsöffnungen 26 und Leitschaukeln 28 sind durch radial in der Ringkammer 20 angeordnete Trennwände 42 voneinander getrennt. Wenn zwei benachbarte Leitschaukeln in unterschiedliche Positionen eingestellt sind, so daß sich die Kühlluftdurchsätze stromabwärts der Leitschaukeln voneinander unterscheiden, so verhindert die Trennwand 42 eine vorzeitige Vereinigung der Teilströme C und einen Ausgleich der Durchsätze. Auf diese Weise wird eine Steuerung der Umfangsverteilung des Kühlluftdurchsatzes am Austrittsspalt 18 mit hoher Winkelauflösung ermöglicht, obgleich die Leitschaukeln 28 und die Austrittsöffnungen 26 relativ weit radial außerhalb des Austrittsspalt 18 angeordnet sind. Die Anordnung der Leitschaukeln in einer relativ weit außen gelegenen Position hat den Vorteil, daß mehr Platz für die zugehörigen Betätigungsmechanismen in dem Gehäuse 40 zur Verfügung steht und daß die ggf. durch die Leitschaukeln verursachten Störungen in der Kühlluftströmung noch vor dem Austrittsspalt 18 weitgehend abklingen können. Die Trennwände 42 sind relativ dünn und mit schneidenförmigen inneren und äußeren Enden ausgebildet, so daß sie die Kühlluftströmung möglichst wenig stören.

In einer modifizierten Ausführungsform sind die Trennwände 42 als von der oberen Wand (24) vorspringende Rippen ausgebildet, die nur etwa bis zur maximalen Eintauchtiefe der Leitschaukeln in das Innere der Ringkammer 20 hinein vorspringen, so daß der Kühlring nur im oberen Bereich segmentiert ist. Auf diese Weise läßt sich eine hohe Winkelauflösung bei der Steuerung des Kühlluftdurchsatzes erreichen, doch bewirkt der ununterbrochene Kühlluftstrom im unteren Bereich der Ringkammer (20) eine gewisse Versteigung der Umfangsverteilung des Kühlluftstromes, so daß die störenden Einflüsse einer vollständigen Segmentierung vermieden werden.

Die Leitschaukeln 28 nehmen vorzugsweise den gesamten Zwischenraum zwischen den benachbarten Trennwänden 42 ein, so daß eine seitliche Umströmung der Leitschaukeln verhindert und die Entstehung von Wirbeln mit vertikaler Wirbelachse hinter den Leitschaukeln vermieden wird. Das untere stromabwärtige Ende der Leitschaukeln 28 ist im gezeigten Ausführungs-

beispiel als Abrißkante ausgebildet, an der sich die Kühlluftströmung ablöst.

Wenn die Folienblase 10 in dem in der Schnittebene der Fig. 1 liegenden Umfangsbereich eine zu große Dicke aufweist, so wird die Leitschaukel 28 mit Hilfe des Hebels 38 nach unten gedrückt, so daß der abgezweigte Teilstrom B vergrößert wird und der Durchsatz am Austrittsspalt entsprechend abnimmt. Hierdurch wird die Kühlwirkung in dem betreffenden Umfangsbereich verringert, so daß das Folienmaterial länger fließfähig bleibt und sich bei der Dehnung der Folienblase stärker verdünnt. Da die überschüssige Kühlluft durch die Austrittsöffnung 26 abgeleitet wird, führt diese Kühlluft nicht zu einer Erhöhung des Durchsatzes in den benachbarten Umfangsbereichen. Der Durchtrittsquerschnitt der Austrittsöffnung 26 ist so gewählt, daß der durch den Querschnitt des Austrittsspalt 18, die Position der Leitschaukel 28 und den Querschnitt der Austrittsöffnung 26 bestimmte Gesamt-Strömungswiderstand sich bei einer Veränderung der Einstellung der Leitschaukel 28 möglichst wenig ändert. Der Druck in dem äußeren Bereich der Ringkammer 20, stromaufwärts der Trennwände 42, und in der vorgeschalteten Verteilerkammer wird somit durch die Änderungen der Einstellungen der Leitschaukeln praktisch nicht beeinflusst.

Wahlweise kann an jeder der Austrittsöffnungen 26 ein in Abhängigkeit von der Position der Leitschaukel 28 gesteuertes Dosierventil angeordnet sein, mit dem der Strömungswiderstand so an die Position der Leitschaukel angepaßt wird, daß der Gesamt-Strömungswiderstand mit größerer Genauigkeit konstant gehalten wird. In diesem Fall ist es möglich, die Strömungsgeschwindigkeit vor der Leitschaukel 28 beispielsweise mit Hilfe eines Thermistors zu messen und das Dosierventil in Abhängigkeit von der gemessenen Strömungsgeschwindigkeit so zu regeln, daß sich bei jeder Position der Leitschaukel der gewünschte Strömungswiderstand ergibt.

Fig. 2 zeigt einen Teilschnitt durch den mit der Austrittsöffnung 26 versehenen Bereich der oberen Wand 24 des Kühlrings gemäß einem abgewandelten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei dieser Ausführungsform ist anstelle einzelner Leitschaukeln eine in Umfangsrichtung durchgehende ringförmige Lippe 44 aus flexiblem Material vorgesehen. Die Lippe 44 ist an der Innenfläche der oberen Wand 44 des Kühlrings angebracht und bildet eine Leitkontur 46, an die sich der dem Austrittsspalt 18 zugewandte Rand der Austrittsöffnung 26 kontinuierlich anschließt. Die Unterseite der Lippe 44 ist stromabwärts der Austrittsöffnung 26 stromlinienförmig ausgebildet, so daß die Kühlluftströmung zu dem Austrittsspalt nicht gestört wird. Das schneidenförmig ausgebildete stromaufwärtige Ende der Lippe 44 wird durch einen Stößel 48 beaufschlagt, der seinerseits mit dem Hebel 38 des Stellmechanismus verbunden wird. Die Lippe 44 ist aufgrund ihrer Eigenelastizität in die Schließstellung vorgespannt und läßt sich mit Hilfe des Stößels 48 elastisch auslenken, um einen Teil des Kühlluftstromes in die Austrittsöffnung 26 umzulenken.

Da bei diesem Ausführungsbeispiel außer der Austrittsöffnung 26 lediglich eine kleine Bohrung für den Stößel 48 in der oberen Wand 24 des Kühlrings erforderlich ist, wird eine übermäßige Schwächung der Wand vermieden, und die Austrittsöffnungen 26 können eng benachbart zueinander angeordnet werden. Beispielsweise sind die Austrittsöffnungen 26 lediglich durch dünne Siege voneinander getrennt, so daß sie im wesentlichen wie durchgehender Ringspalt wirken. Die

elastische Lippe 44 paßt sich in Umfangsrichtung fließend den unterschiedlichen Stellungen der Stößel 48 an, so daß sprunghafte Änderungen der Kühlluftströmung am Umfang der Folienblase vermieden werden. Wahlweise kann die durchgehende flexible Lippe auch ein Profil aufweisen, das dem Profil der Leitschaukeln 28 gemäß Fig. 2 ähnelt, wobei der Schaft jedoch kürzer ausgebildet ist und die obere Wand 24 des Kühlrings nicht durchsetzt, sondern höhenverstellbar in einer Nut der Wand 24 geführt ist. Die Wand 24 des Kühlrings weist in diesem Fall im Bereich der Nut lediglich kleine Durchbrüche für die Stößel zur Betätigung der Lippe auf.

Fig. 3 zeigt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 1. Bei dem abgewandelten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 hat die Leitschaukel 28 eine annähernd parabelförmige Leitkontur 34. Die Form der Leitkontur 34 ist so gewählt, daß zwischen der Leitkontur und der dieser gegenüberliegenden Kante der Austrittsöffnung 26 eine Drosselstelle gebildet wird, deren Breite  $b$  so von der Eintauchtiefe  $x$  der Leitschaukel 28 abhängt, daß der Gesamt-Strömungswiderstand von der Eintauchtiefe der Leitschaukel unabhängig ist. Die Form der Leitkontur 34 kann experimentell bestimmt werden, läßt sich jedoch näherungsweise auch theoretisch herleiten, wie nachfolgend kurz skizziert werden soll. Hierbei werden die folgenden Bezeichnungen verwendet:

$x$ : Eintauchtiefe der Leitschaukel

$d(x)$ : Breite der Drosselstelle

$H$ : lichte Höhe der Ringkammer 20 zwischen den Innenflächen der Wände 22 und 24

$P$ : Druck in der Ringkammer 20 stromaufwärts der Leitschaukel 28

$P'$ : Druck in der Ringkammer 20 unmittelbar stromabwärts der Leitschaukel

$Q_1$ : Durchsatz durch die Drosselstelle und die Austrittsöffnung 26

$Q_2$ : Durchsatz durch den Austrittsspalt 18

$Q$ : Gesamt-Durchsatz

$R$ : Strömungswiderstand des hinter der Leitschaukel gelegenen Teils der Ringkammer und des Austrittsspalt 18

Bei der Strömung eines Gases durch einen engen Spalt oder eine Leitung ergibt sich näherungsweise eine parabelförmige Geschwindigkeitsverteilung. Die Geschwindigkeit ist in der Mitte des Spaltes am größten und fällt zu den Grenzflächen an den Rändern des Spaltes auf 0 ab. Den Strömungsdurchsatz erhält man durch Integration der Geschwindigkeitsverteilung über die Spaltbreite. Der Strömungsdurchsatz ist deshalb proportional zu der Druckdifferenz und zur dritten Potenz der Spaltbreite. Es gelten somit die folgenden Beziehungen:

$$Q_1(x) = a_1 P \cdot d(x)^3 \quad (1)$$

$$Q_2(x) = a_2 (P - P') (H - x)^3 \quad (2)$$

$$Q_2(x) = P'(x)/R \quad (3)$$

In diesen Gleichungen sind  $a_1$ ,  $a_2$  und  $R$  Systemkonstanten. Mit Hilfe der Gleichung (3) läßt sich die  $P'$  aus Gleichung (2) eliminieren, so daß man einen Ausdruck für  $Q_2$  als Funktion von  $x$  erhält.

Es ist nun zu fordern, daß bei konstantem Druck  $P$  der Gesamt-Strömungsdurchsatz  $Q$  unabhängig von der

Eintauchtiefe  $x$  der Leitschaukel ist, also:

$$Q_1(x) + Q_2(x) = Q \quad (4)$$

Einsetzen von Gleichungen (1) bis (3) in Gleichung (4) und Auflösen nach  $d$  liefert eine Funktion  $d(x)$ , die die gewünschte Bedingung erfüllt. Die Leitkontur 34 läßt sich dann mit Hilfe des nachfolgend anhand der Fig. 3 erläuterten Verfahren konstruieren.

Auf einer Geraden, die durch die Punkte  $p_0$  und  $p_4$  in Fig. 3 verläuft, werden verschiedene Punkte  $p_1, p_2, p_3$  eingezeichnet. Um jeden der Punkte  $p_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) wird ein Kreis mit dem Radius  $d(x_i)$  geschlagen, wobei  $x_i$  der Abstand des Punktes  $p_i$  zu dem Punkt  $p_0$  ist. Die Hüllkurve der so erhaltenden Kreisbögen ist die gewünschte Leitkontur 34.

Fig. 4 zeigt eine abgewandelte Konstruktion der oberen Wand 24 des Kühlrings. Diese Konstruktion gestattet es, die Austrittsöffnungen 26 zu einem durchgehenden Ringspalt zu verbinden, so daß die Umfangsverteilung der Kühlluftströmung nicht durch Stege zwischen den einzelnen Austrittsöffnungen 26 gestört wird. Die obere Wand 24 des Kühlrings wird gemäß Fig. 4 durch einen äußeren Ring 24a und einen inneren Ring 24b mit einem stufenförmigen Profil gebildet. Der innere Ring 24b ist an seinem äußeren Umfangsrand mit dem äußeren Ring 24a verbolzt und wird durch Distanzstücke 50 in Abstand zu dem äußeren Ring 24a gehalten, so daß die aus der ringförmigen Austrittsöffnung 26 austretende Luft ungehindert entweichen kann. Die Leitschaukel 28 ist an der Stufe des inneren Ringes 24b geführt.

Der innere Ring 24b begrenzt mit seinem inneren Rand den Austrittsspalt 18 und ist ausschließlich durch die Distanzstücke 50 und die Bolzen 52 an seinem äußeren Umfangsrand gehalten. Aufgrund der Ringstruktur und des ggf. durch Rippen 54 versteiften Stufenprofils kann der Innenrand des inneren Ringes 24b dennoch stabil und schwingungsfrei gehalten werden.

Die Leitschaukel 28 ist bei dieser Ausführungsform vorzugsweise als durchgehendes, ringförmiges Profiteil aus elastischem Material ausgebildet.

Während bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen die Leitschaukel 28 bzw. 24 stromaufwärts des Austrittsspalt 18 in der Ringkammer 20 angeordnet ist, kann die Leitschaukel auch unmittelbar am Austrittsspalt 18 vorgesehen sein, wie in Fig. 5 bis 7 gezeigt wird.

Gemäß Fig. 5 ist eine im Querschnitt etwa keilförmige, radial verstellbare Leitschaukel 56 derart an stromlinienförmig profilierten Haltearmen 58 befestigt, daß sie mit ihrer Spitze in den Austrittsspalt 18 hineinragt. Fig. 6 zeigt eine einzelne, der Krümmung des Austrittsspalt 18 angepaßte Leitschaukel 56 in der Draufsicht.

Der Ablenkwinkel der keilförmigen Leitschaukel 56 ist so gewählt, daß der mit Hilfe der Leitschaukel abgewinkelte Teil der Kühlluftströmung so abgelenkt wird, daß er keine Kühlwirkung mehr auf die Folienblase 10 hat. Bei kleinerem Ablenkwinkel erfolgt keine Trennung der beiden Teilluftströme, sondern lediglich eine Strahlaufweitung. Auch in diesem Fall ergibt sich ein Einfluß auf die Kühlwirkung, da durch die Strahlaufweitung die Gesamt-Strömungsgeschwindigkeit verringert wird.

Abweichend von der in Fig. 5 gezeigten Konstruktion, bei der die Radialposition der Leitschaukel 56 variiert wird, kann auch der Ablenkwinkel der Leitschaukel variiert werden. Die Leitschaukel kann anstelle des Keilprofils auch ein Stromlinienprofil aufweisen. Weiterhin

ist es auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 denkbar, anstelle einzelner, segmentförmiger Leitschaukeln 56 einen durchgehenden flexiblen Ring mit einem geeigneten Leitprofil zu verwenden, so daß Störungen der Luftströmung an den unvermeidlichen Zwischenräumen zwischen den einzelnen Leitschaukel-Segmenten vermieden werden. Da die radialen Verstellwege der Haltearme 58 nur etwa 2 bis 3 mm betragen, kann sich der Leitschaukel-Ring diesen Verstellbewegungen durch elastische Dehnung ohne weiteres anpassen. Es ist zweckmäßig, den Leitschaukel-Ring in Umfangsrichtung stets unter einer gewissen Zugspannung zu halten, damit ein unkontrollierbares Auswölben des Ringes bei einer Verringerung des Radius vermieden wird.

Fig. 7 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform, bei der die Leitschaukel 56 oberhalb des Austrittsspalt 18 angeordnet ist. Indem man die Höhe der Leitschaukel über dem Austrittsspalt variiert, kann die Empfindlichkeit des Systems eingestellt werden.

Wenn die Leitschaukel 56 gemäß Fig. 5 oder Fig. 7 am Austrittsspalt angeordnet ist, wird eine Rückwirkung auf den Luftdurchsatz in benachbarten Umfangsbereichen des Kühlrings weitgehend vermieden. Zwar führt die Änderung der Position der Leitschaukeln zu einer Änderung des Strömungswiderstands, doch hat sich gezeigt, daß bei genügend kleinem Anstellwinkel der Leitschaukeln, beispielsweise bei einem Anstellwinkel von weniger als  $20^\circ$ , der Strömungswiderstand insgesamt so klein ist, daß keine nennenswerten Rückwirkungen auftreten. Wenn die Leitschaukel 56 in Radialrichtung über ihren gesamten Stellbereich von etwa 30% der Breite des Austrittsspalt 18 verstellt wird, so beträgt die Änderung der Luftgeschwindigkeit vor dem Austrittsspalt weniger als 1%.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Blasfolien in einer Folienblasanlage mit einem die Folienblase (10) umgebenden, einen ringförmigen Austrittsspalt (18) für Kühlluft aufweisenden Kühlring (16), bei dem zur Korrektur des Dickenprofils der Folienblase der Kühlluft-Durchsatz in den einzelnen Umfangsbereichen des Kühlrings (16) gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß man an in Umfangsrichtung des Kühlrings verteilten Positionen einen Teil (B) der Kühlluft abzweigt und die Kühlluftströmung an der Folienblase (10) dadurch steuert, daß man die Menge der abgezweigten Kühlluft mittels einstellbarer Leitschaukeln (28; 44; 56) variiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man den Strömungswiderstand für die abgezweigte Kühlluft (B) derart in Abhängigkeit von der Position der Leitschaukeln (28; 44) steuert, daß der Gesamt-Strömungswiderstand unabhängig von der Position der Leitschaukeln konstant bleibt.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlring (16) radial außerhalb des Austrittsspalt (18) einen Kranz von Austrittsöffnungen (26) aufweist und daß einstellbare Leitschaukeln (28) derart in der Kühlluftströmung (A) im Inneren des Kühlrings (16) angeordnet sind, daß sie einen Teil (B) des Kühlluftstromes in die Austrittsöffnungen (26) umlenken.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaukeln (28; 44) am radial

inneren Rand der Austrittsöffnungen (26) angeordnet sind und einen radial nach außen gerichteten schneidenförmigen Vorsprung aufweisen, der auf der der Austrittsöffnung (26) zugekehrten Seite eine Leitkontur (34; 46) bildet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufel (28) an ihrem dem Austrittsspalt (18) des Kühlrings (16) zugewandten Rand eine Abrißkante bildet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufel (44) zumindest teilweise aus flexiblem Material besteht und an ihrem dem Austrittsspalt (18) des Kühlrings zugewandten Ende ein sich kontinuierlich an die mit der Austrittsöffnung versehene Wand (24) des Kühlrings anschließendes Stromlinienprofil aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Austrittsöffnung (26) eine gesonderte Leitschaufel (28) zugeordnet ist, die verschiebbar in einer Öffnung (32) der mit der Austrittsöffnung versehenen Wand (24) des Kühlrings geführt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlring (16) durch zwischen den einzelnen Austrittsöffnungen angeordnete radiale Trennwände (42) in einzelne Segmente unterteilt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Innere (20) des Kühlrings (16) lediglich in dem an die mit den Austrittsöffnungen (26) versehene Wand (24) angrenzenden Bereich durch radiale Rippen unterteilt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufeln (28) bzw. die Stößel (48) jeweils durch einen radial verlaufenden Hebel (38) eines im äußeren Bereich auf dem Kühlring angebrachten Stellmechanismus betätigbar sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wand (24) des Kühlrings in einen äußeren Ring (24a) und einen inneren Ring (24b) geteilt ist, und daß der innere Ring (24b) ein stufenförmiges Profil aufweist, mit dem inneren Rand des äußeren Ringes (24a) eine durchgehende, ringförmige Austrittsöffnung (26) bildet und in seinem äußeren Umfangsbereich unter Zwischenfügung von Distanzstücken (50) an dem inneren Ring (24a) gehalten ist.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch in der Kühlluftströmung an oder stromabwärts des Austrittsspalts (18) angeordnete Leitschaufeln (56), deren Radialposition und/oder Anstellwinkel steuerbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufeln (56) — vorzugsweise einheitlich — in der Höhe über dem Austrittsspalt (18) verstellbar sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufeln durch einen in Umfangsrichtung des Kühlrings (16) umlaufenden Ring (14) aus flexiblem Material gebildet werden, dessen Position und Anstellwinkel mittels in Umfangsrichtung verteilter Stößel (48) oder Haltearme (58) verstellbar ist.

Fig. 1

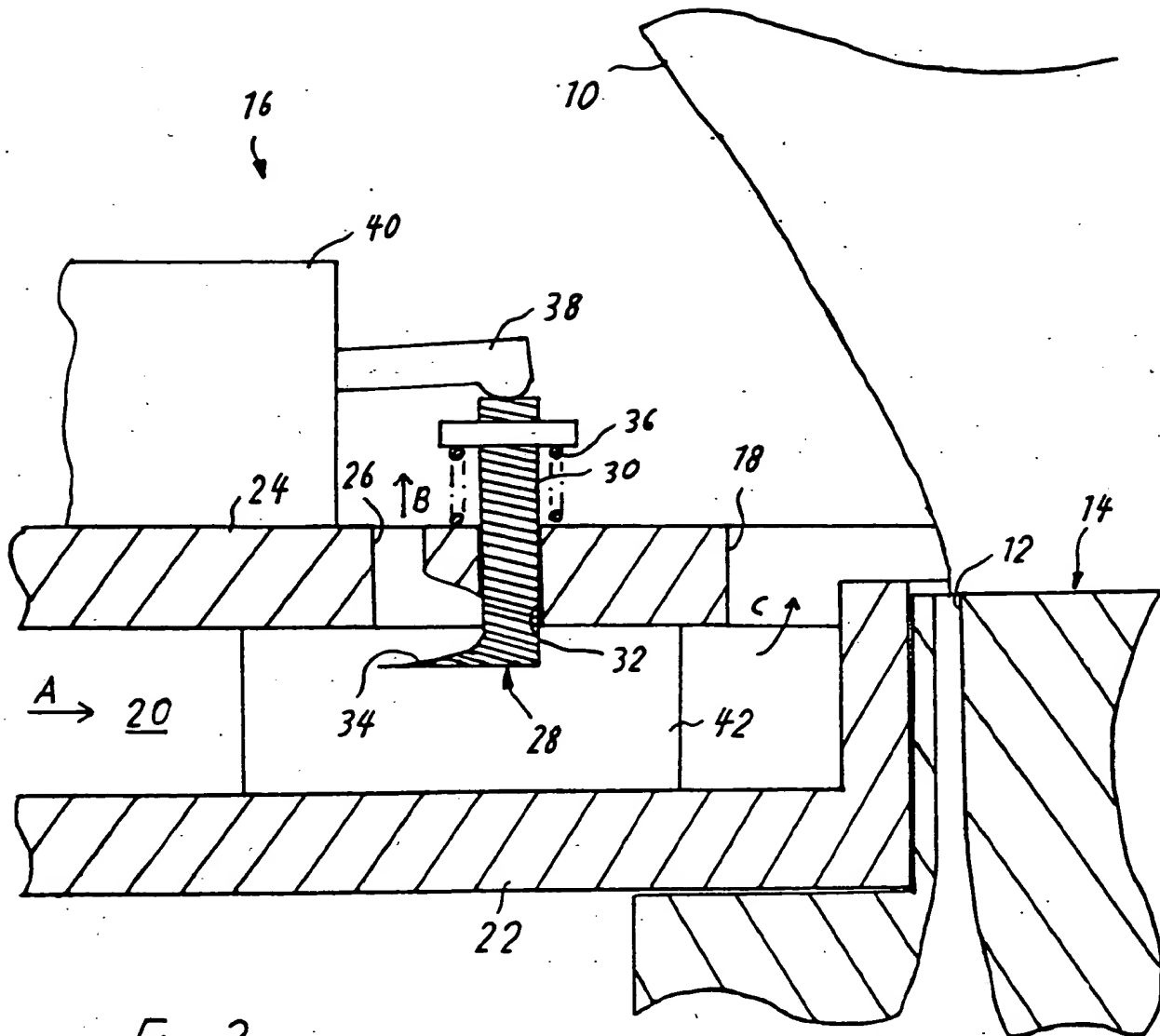


Fig. 2

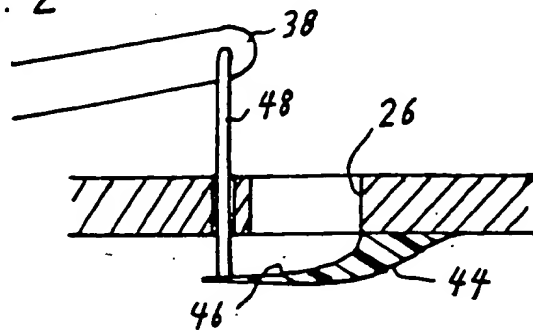




Fig. 3

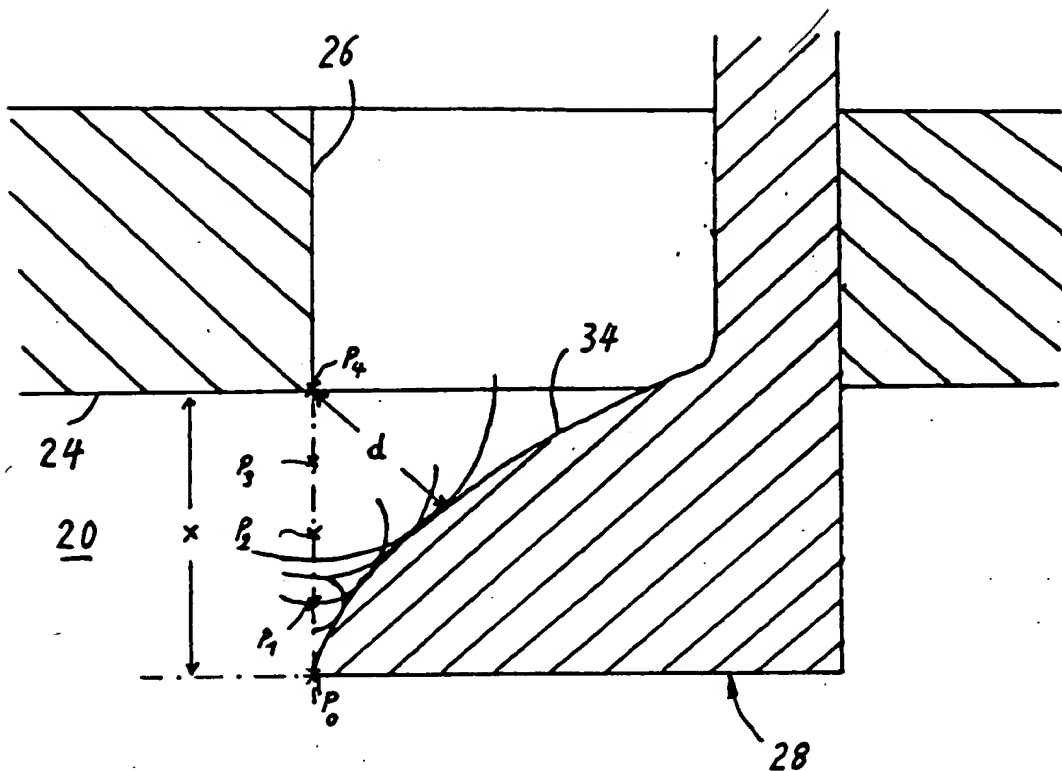
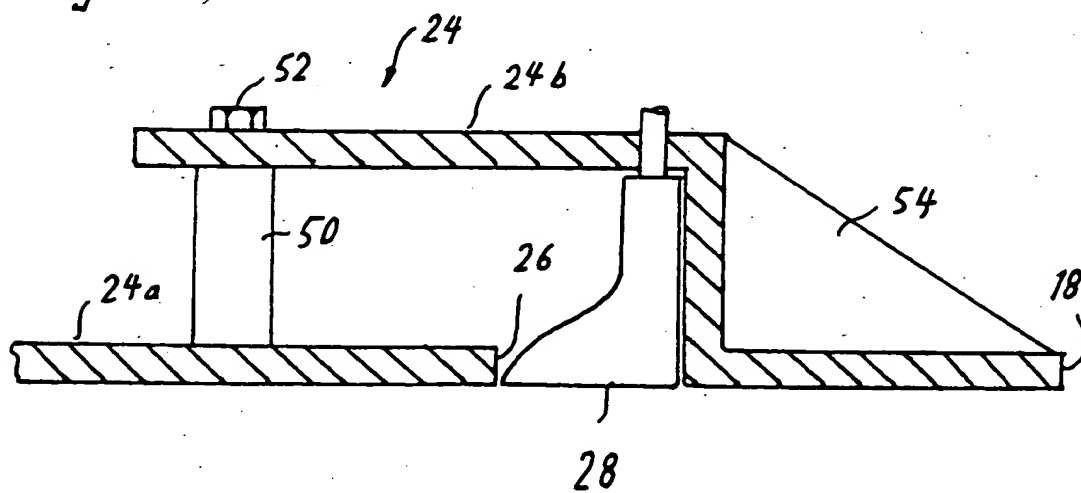


Fig. 4



D

